



Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS - Curso de Arquitetura e Urbanismo
Professora Arquiteta Dra. Eliete de Pinho Araujo – eliete.araujo@uniceub.br

Reitor: Getúlio Lopes
Diretor da FATECS: José Pereira da Luz Filho
Coordenador: José Galbinski
Curso: Arquitetura e Urbanismo
Disciplina: Instalações
Professora: Eliete de Pinho Araujo

Apostila de Energias Alternativas

Índice	Página
1. O Problema da Energia	03
2. Eficiência	04
2.1. Na Iluminação	04
2.2. No Transporte	04
3. A Transmissão de Energia	05
4. Fontes Alternativas de Energia	05
4.1. Energia Eólica	05
4.1.1. Histórico	05
4.1.2. O Uso da energia Eólica no Mundo	06
4.1.3. A Energia Eólica no Brasil	07
4.1.4. O Vento e a Energia Eólica	10
4.1.5. Conversão de Energia Eólica	12
4.1.6. Moinhos de Vento	12
4.1.7. Tipos de Turbinas Eólicas	13
4.1.8. A Energia Eólica no Mundo – Curiosidades	14
4.1.9. A Força do Vento	14
4.1.10. Vantagens da Energia Eólica	15
4.1.11. Desvantagens da Energia Eólica	15
4.1.12. Curiosidades	15
4.1.13. Conclusão	15
4.2. Energia Solar	16
4.2.1. Sol: A Fonte Inesgotável de Energia	16
4.2.2. Solar Térmica: Usando energia Solar para Aquecer Líquidos	17
4.2.3. O Efeito Solar Fotovoltaico: A Energia Gerada pela Luz do Sol	17
4.2.4. Solar Passiva: O Aquecimento de Ambientes pelo Design Consciente de suas Construções	18
4.2.5. O Sol Transformado em Eletricidade	18
4.2.6. Luz para os Trópicos	22
4.2.7. O Calor do Sol	23
4.2.8. Vantagens da Energia Solar	25
4.2.9. Como obter a Energia Solar	26
4.2.10. Funcionamento da Energia Solar	27
4.2.11. Aquecimento de Água e Ambientes	28
4.2.12. Aquecimento Ativo	29
4.2.13. Casa Solar Eficiente	31
4.3. Energia de Biomassa	36
4.3.1. Histórico do Biogás	36
4.3.2. O que é o Biogás	36
4.3.3. Como se forma o Biogás	36
4.3.4. Fatores que influenciam a produção de Biogás	37
4.3.5. Características e Curiosidades sobre o Biogás	37
4.3.6. Biodigestor	37
4.3.7. Localização do Biodigestor	38
4.3.8. Biodigestor em Sistema Contínuo	38
4.3.9. Biodigestor em Sistema Descontínuo	39
4.3.10. Exemplo de Sistema Descontínuo	39
4.3.11. Vantagens do Biogás	40
4.3.12. Utilização do Biogás	41
5. Bibliografia	42

Esta matéria fala sobre os diversos tipos de produção de energia, com o objetivo de mostrar que é importante investir em pesquisas para se conseguir energia cada vez mais barata, eficiente e com menos impacto ao meio ambiente.

1. O Problema da Energia

Com base em estimativas razoáveis, a população mundial atingirá 10 bilhões de pessoas em meados do século XXI.

Em 1990, o consumo de energia primária por habitante e por ano era de 2.2×10^{11} Joule ou 5.1 tep (toneladas de equivalente em petróleo: 4.4×10^{10} J = 12000 KWh) nos países industrializados, e dez vezes menos nos países em vias de desenvolvimento. De acordo com os cenários escolhidos para a procura energética, o consumo de energia primária mundial poderá atingir duas a três vezes o consumo atual.

Grupo de Países	Por Habitante (tep/ano)			Procura Global (tep/ano)		
	1988	2050		1988	2050	
		<i>normal</i>	<i>baixa</i>		<i>normal</i>	<i>baixa</i>
Comunidade Européia	5.2	5.2	2.6	4.0	4.6	2.3
Países do Leste	4.4	4.4	2.2	1.9	2.1	1.1
Países em Desenvolvimento	0.5	1.5	1.0	2.0	13.8	9.2
Mundo (Total)	1.5	2.0	1.2	7.9	20.5	12.6

Este é o crescimento estimado da procura energética mundial (de acordo com dois tipos de cenários: procura normal ou baixa).

As fontes de energia capazes de corresponder de forma substancial a esta procura são:

- os combustíveis fósseis, principalmente o carvão, pois as reservas de petróleo e de gás serão fortemente reduzidas no futuro;
- a energia nuclear: fissão e fusão;
- as energias renováveis: hidráulica, solar, eólica, das ondas, das marés, geotérmica, biomassa, etc.

Mesmo se a fração das necessidades energéticas que possa ser coberta pelas energias renováveis aumentar como se prevê, os peritos estão de acordo que elas não poderão satisfazer no entanto a totalidade das necessidades mundiais.

Torna-se pois necessário desenvolver novas opções energéticas, otimizadas em termos de segurança, de impacto sobre o meio ambiente e de economia.

2. Eficiência

O consumo de energia e formas de utilizá-la eficientemente:

2.1. Na Iluminação

O consumo de eletricidade na iluminação vai crescer imensamente até 2020. Até lá, é provável que 40% do número total de lâmpadas em uma casa média deverão ser fluorescentes compactas. Um aumento de 16% em relação a agora. Estudos feitos na Inglaterra mostram que se toda casa de lá substituir uma lâmpada incandescente de 100W por uma fluorescente compacta de 20W, o total de energia economizada deverá ser equivalente a energia produzida pela estação de energia "Sizewell B" (uma usina de lá).

No Brasil, 23% do consumo de energia elétrica é do setor residencial (casas), sendo 34% usada em lâmpadas incandescentes. Elas são umas das que gastam mais energia dentro de uma casa, ganhado da geladeira, com 33%, e do chuveiro, com 23% do consumo. Isso mostra o quanto se pode economizar se todas as lâmpadas incandescentes forem trocadas por lâmpadas fluorescentes compactas.

Casas e prédios inteligentes, que controlam o uso do ar condicionado e possuem sensores de presença para poderem ligar ou desligar suas luzes, também ajudam a economizar energia.

2.2. No Transporte

A frota de veículos do mundo dá um salto a cada década. Assim, carros com injeção eletrônica e que consomem menos são muito importantes para racionar o uso de combustível como o petróleo, além de emitir menos poluentes na queima de combustível.

No Brasil, a maior parte da poluição nas cidades é causada pelo carros. Sendo assim, um investimento para se conseguir carros menos poluentes é imprescindível para que tenhamos uma maior qualidade de vida.

Carros movidos a eletricidade talvez façam parte do futuro de nosso transporte, mas até lá, é preciso racionar o máximo possível a utilização de petróleo fazendo carros cada vez mais eficientes.

3. A Transmissão de Energia

O que passa despercebido para a maioria das pessoas é que muita energia é desperdiçada na sua transmissão, pois como os fios condutores são muito longos, eles consomem parte dessa energia em forma de calor.

O que está sendo pesquisado hoje em dia para acabar com esse problema é a tecnologia dos supercondutores que, se substituíssem os fios de hoje, acabariam com esse desperdício devido às suas características de resistividade nula. Porém, não existe nada em prática, pois ainda não foi conseguido um material que conseguisse a supercondutividade à temperatura ambiente.

4. Fontes Alternativas de Energia

As energias alternativas são aquelas surgidas como soluções para diminuir o impacto ambiental e para contornar o uso de matéria-prima que normalmente é não renovável, no caso da energia convencional, como o carvão e petróleo.

Existem algumas delas que já alcançaram grandes avanços e estão bastante difundidas. A energia eólica e a energia solar vêm tomando o lugar antes ocupado pela energia elétrica convencional. Essas energias tornam-se vantajosas, pois são grátis, precisando apenas de um investimento inicial.

4.1. Energia Eólica

4.1.1. Histórico

Abordagem geral sobre energia eólica e suas características no Brasil e no mundo: Uma das primeiras formas de energia conhecida, o vento já era empregado para mover barcos à vela de pano em 3.50 a.C.. Em terra os primeiros moinhos de vento talvez tenham aparecidos na Pérsia por volta de 700 d.C. As pás giravam horizontalmente e eram conectadas diretamente a pedras de moenda que trituravam grãos. A força do vento também era usada para irrigar terras áridas e drenar alagados, e ainda como fonte alternativa de energia para gerar eletricidade.

O homem vive num oceano de energia. Ao redor dele a natureza trabalha constantemente, expandindo energia em tão inesgotáveis quantidades que dela o homem

pode aproveitar apenas uma fração. As quedas de água poderiam proporcionar força hidroelétrica suficiente para suprir 80% da energia total consumida pelo homem, embora ele use apenas 1 ou 2% dela. Se os ventos fossem dominados, eles poderiam produzir duas vezes mais eletricidade do que a força da água o faz agora.

A atmosfera da Terra age como uma gigantesca máquina térmica.

4.1.2. O Uso da Energia Eólica no Mundo

A energia eólica diferente do Brasil já era utilizada a um bom tempo. Tendo em vista suas potencialidades, diversas pesquisas e técnicas vinham sendo utilizadas a tempo, tornando-a, assim, uma alternativa energética.

O país que lidera na produção de energia eólica no mundo é a Alemanha que possui uma produção de cerca de 8000 megawatts (quase um terço do total mundial), e sua implementação é composta de bastante tecnologia.

Em segundo lugar vêm os Estados Unidos com 4150 megawatts, que lançaram a indústria moderna de energia eólica na Califórnia, durante a década de 80.

Na década de 90, especialmente na sua segunda metade, a capacidade de geração de energia eólica teve um aumento espantoso de uso, sendo que neste mesmo período o uso do carvão como alternativa principal para a geração de eletricidade teve queda.

Em terceiro lugar vem a Espanha com 3300 megawatts, seguida da Dinamarca com 2500 megawatts, a França por exemplo que durante anos ignorou a energia eólica, anunciou em dezembro de 2000 que iria desenvolver 5000 megawatts de capacidade de geração eólica durante esta década, algumas semanas depois, a Argentina anunciou seus planos de desenvolver 3000 megawatts de geração eólica na Patagônia, em abril de 2001, o Reino Unido vendeu direitos de arrendamento marinho para aproximadamente 1500 megawatts de capacidade de geração eólica a vários licitantes diferentes, inclusive Shell Oil, e em maio, um relatório de Beijing informava que a China planejava desenvolver até 2500 megawatts de geração eólica até 2005.

Nos Estados Unidos a capacidade de geração eólica está aumentando aceleradamente, o Projeto Eólico Stateline de 300 megawatts, em construção na divisa entre os estados de Oregon e Washington, será a maior fazenda eólica do mundo. O Texas adicionou cerca de 900 megawatts a vários projetos, durante 2001. Em Dakota do Sul, Jim Dehlsen, pioneiro no desenvolvimento da energia eólica na Califórnia adquiriu direitos eólicos em 222 000 acres de pastos de terras agrícolas no centro leste do estado.

Ele pretende desenvolver uma gigantesca fazenda eólica de 3000 megawatts e transmitir a energia através de Iowa, abastecendo Illinois e outros estados do centro-oeste industrial.

Na Europa, projetos marinhos já estão surgindo no litoral da Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Irlanda, Holanda, Escócia, Suécia e Reino Unido.

Um levantamento entre aproximadamente 70 empreendedores eólicos na Alemanha revela que pretendem instalar 2500 megawatts de capacidade em 2002 e um volume semelhante em 2003.

Projetar o crescimento futuro num setor tão dinâmico é complicado, mas logo que um país desenvolve 100 megawatts de capacidade de geração eólica, ele tende a desenvolver rapidamente seus recursos eólicos. Os Estados Unidos transpuseram este limiar em 1983. Na Dinamarca, isto ocorreu em 1987. Na Alemanha, em 1919, seguida da Índia em 1994 e Espanha em 1995.

No final de 1999, Canadá, China, Itália, Holanda, Suécia e o Reino Unido haviam transposto este limiar. Durante 2000, a Grécia, Irlanda e Portugal se incluíram na lista. E em 2001, foi a vez da França e do Japão.

4.1.3. A Energia Eólica no Brasil

A Ilha de Fernando de Noronha é um dos locais onde não só os aspectos econômicos (alto custo da geração pelo diesel) como também os de natureza ecológica, contribuem positivamente para a geração de energia a partir do vento.

A turbina em funcionamento desde julho de 1992 tem potência nominal de 75Kw, diâmetro do rotor de 17m (3 pás) e uma torre de 23 m de altura.

O projeto do sistema híbrido eólico/diesel da Ilha de Fernando de Noronha foi desenvolvido pelo Grupo de Energia Eólica da UFPE e FOLKECENTER (Dinamarca) visando proporcionar uma economia de diesel na ordem de 70.000 litros anuais.

Os ventos quase incessantes de todo o litoral brasileiro, até agora aproveitados apenas para bombear água, em cataventos rústicos, passarão a ser usados para gerar energia elétrica. As pesquisas nessa área vêm sendo realizadas pelo Centro Brasileiro de Testes de Turbinas Eólicas (CBTTE), ligado à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Estima-se que até 2005 o país deva ter 1.600 turbinas eólicas.

A energia eólica é atraente por não causar danos ambientais, e ter custo de produção baixo em relação a outras fontes alternativas de energia.

Se existe uma fonte de energia realmente barata e abundante em todo o planeta, esta energia é, sem dúvida nenhuma, a que se esconde nas massas de ar que compõem os ventos.

Captada diretamente da natureza esta modalidade de energia tem servido o homem desde tempos remotos, formando, ao lado da energia gerada pela combustão de materiais orgânicos, um dos principais fatores que possibilitaram ao homem o domínio total do planeta. Neste ponto é fácil verificar que foi graças à energia gerada pelos ventos que as grandes navegações puderam acrescentar novos mundos ao já existente, alargando as fronteiras da terra e inaugurando os tempos modernos.

Dando um salto no tempo e após a queima de muitos milhões de toneladas de combustíveis fósseis, o homem chega ao limiar do terceiro milênio com duas certezas e muitas dúvidas: a primeira certeza é de que o fim dos combustíveis fósseis é certo, bastando para isto que as reservas naturais se esgotem e que o próprio planeta dê sinais de esgotamento em sua capacidade de absorver toda a poluição gerada pela queima destes combustíveis.

Pesquisadores americanos que trabalham com o assunto afirmam que a energia eólica pode competir com vantagens com o carvão, sendo que a adoção deste tipo de energia depende muito mais de vontade política do que de outro empecilho qualquer.

Mark Jacobson e Gilbert Master têm afirmado que se computados os custos ambientais da queima de carvão, a instalação de moinhos de ventos poderia sair até pela metade do preço.

Apontados como os vilões pelo aquecimento global, os combustíveis fósseis tem seus dias contados, apesar da pressão que os Estados Unidos vêm fazendo em seu favor. Examinando de perto a competição que vem sendo travada entre os combustíveis fósseis e os gerados pelo sol ou pelo vento, verifica-se que com o incremento da tecnologia e com o surgimento de novos geradores, esta distância vai se encurtando a cada ano.

Um novo tipo de turbina grande, já no mercado, pode gerar 1.500 KWh a um custo de 4 centavos de dólar por KWh, contra 5,5 de centavos de dólar para a energia gerada a partir do carvão.

Naquele país, onde a energia eólica já corresponde a 0,1% do total produzido, o governo pretende investir bilhões de dólares nos próximos anos na instalação de novos e grandes parques geradores de energia eólica.

Esta corrida pode ser explicada, em parte, pela pressão mundial a partir do chamado Protocolo de Kyoto, em que os países, excluindo os EUA, se comprometeram a reduzir em 7% os níveis de emissões dos gases-estufa, em relação aos níveis de 1990.

No Brasil, que ainda ensaia os primeiros passos nesta área, medições dos ventos realizadas há pouco tempo demonstram que o País possui um potencial enorme a ser explorado nos próximos anos. Sabedores deste potencial, principalmente depois dos recentes apagões acontecidos em todo o território, empresas de todo o mundo e do Brasil também, estão de olho neste novo setor de investimentos.

Somente para o Nordeste, onde ocorrem os maiores volumes de ventos a empresa espanhola Energias Renováveis do Brasil – Enerbrasil - planeja investir cerca de 2 bilhões de dólares num parque eólico com capacidade de gerar 1 mil Mw, sendo projetado também um parque industrial para a fabricação de geradores. Este e outros projetos já foram apresentados aos governos do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia. Somente no RN há uma estimativa de produção de 1 mil Mw nos próximos cinco anos.

Esta empresa irá se encarregar da implantação, operação e manutenção de projetos de geração de energia eólica, bastando para tanto, que o governo brasileiro crie as condições necessárias para o empreendimento. O custo ainda é alto. O custo da energia gerada de forma convencional gira em torno de R\$ 75,00 por MW/h, enquanto no sistema eólico este custo sobe para R\$ 120,00.

Técnicos esclarecem que em alguns países da Europa e dos Estados Unidos, existe uma certa viabilidade já que as distribuidoras são obrigadas a comprar a energia eólica e esta diferença é absorvida por todo o sistema. No Brasil falta o estabelecimento de uma legislação específica. Do lado da viabilidade deste projeto está o fato de que existe velocidade quanto à implantação deste tipo de negócio, sem falar da minimização dos riscos ambientais envolvidos.

Outro aspecto interessante é que este projeto inclui também a instalação de uma fábrica de aerogeradores, com a finalidade de atender à demanda e reduzir os custos de importação. Pelo alto potencial de geração deste tipo de energia, o Nordeste parece o sítio ideal para esta empreitada.

De olho neste negócio, políticos da região já começaram a se articular para atrair estes empreendimentos e seus capitais para o Nordeste.

Recentemente o deputado Clementino Coelho do PPS de Pernambuco apresentou projeto de lei (nº 4.673/01) criando o Programa Prioritário de Desenvolvimento da Energia Eólica do Nordeste – Prodeene.

O objetivo deste projeto de lei é buscar alternativas na geração de energia elétrica, no caso eólica, para região. Para tanto, são considerados participantes do Prodeene empreendimentos destinados à produção de energia elétrica por meio de turbinas eólicas em Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

Estes Estados ficariam isentos do recolhimento de impostos federais sobre despesas realizadas pelos projetos de prospecção e identificação das áreas de potencial eólico. Pelo projeto estes Estados ficariam isentos também do IPI por cinco anos para as peças e equipamentos utilizados na fabricação de turbinas eólicas e na construção das centrais.

A transmissão desta energia gerada seria feita pelas redes já existentes até o ano de 2004, quando serão construídas novas redes. O projeto obriga, ainda, que as distribuidoras comprem a energia gerada, do mesmo modo como é feito hoje nos EUA.

Feitos estes e outros ajustes, a energia eólica poderá se constituir numa saída para uma região tão carente de recursos hídricos.

4.1.4. O Vento e a Energia Eólica

O vento é o ar em movimento devido ao aquecimento desigual da superfície da terra pelo sol. A terra e seu envelope de ar, a atmosfera, recebe mais calor solar próximo ao Equador do que nas regiões polares. Mesmo assim, as regiões equatoriais não ficam mais quentes a cada ano, nem as polares ficam mais frias. É o movimento do ar ao redor da terra que ameniza a temperatura extrema e produz ventos na superfície tão úteis para a geração de energia.

Como todos os gases, o ar se expande ou aumenta de volume quando aquecido, e contrai e diminui de volume, quando resfriado. Na atmosfera o ar quente é mais leve e menos denso do que o ar frio e se eleva a altas altitudes, quando fortemente aquecido pelo sol. O ar aquecido próximo ao Equador flui para cima, e então, na direção dos pólos onde o ar próximo à superfície é mais frio. As regiões terrestres próximas aos pólos agora têm mais ar, pressionando-as, e o ar da superfície mais fria tende a desligar dessas áreas e movimenta-se na direção do Equador.

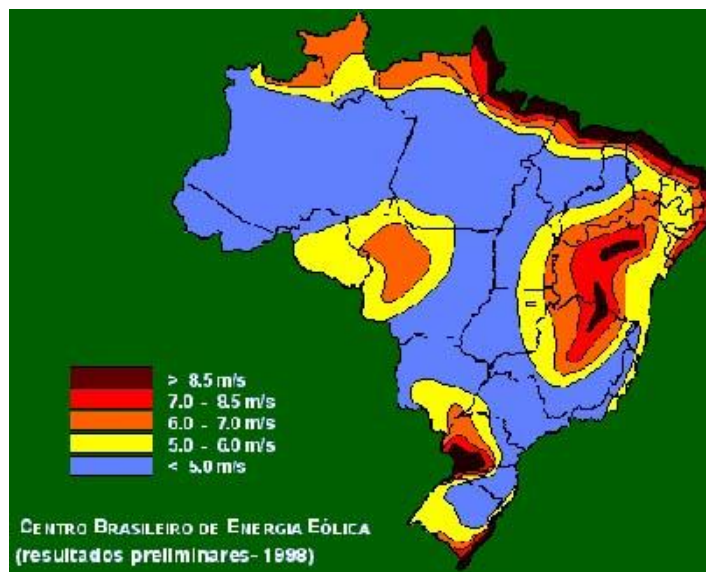
O resultado é o vento. Esta força pode criar o sopro de uma ventania ártica, ou, ainda, a pavorosa fúria de um ciclone de 800 km por hora. Embora imprevisível e inconstante, mesmo assim o vento tem sido importante fonte de energia para o homem. Durante séculos o vento impeliu navios a vela e moveu moinhos.

Muita energia está sendo constantemente transferida do sol aos ventos da terra, no entanto, apenas ventos das camadas atmosféricas mais baixas são acessíveis para a conversão de sua energia.

A força motora primária da brisa do mar é a diferença de temperatura entre a terra e o mar. Quando essa diferença é grande e diurna, podem ser esperadas brisas marinhas relativamente fortes durante as horas da tarde e no começo da noite. As brisas marinhas mais intensas são encontradas naquelas regiões subtropicais secas, ao longo da costa oeste de continentes onde haja um oceano frio. É precisamente nessas regiões que o vento predominante é geralmente fraco e a brisa marinha local é na verdade quase a única fonte de energia eólica por grande parte do ano.

A topografia, ou características físicas do solo, pode influenciar fortemente as características do vento. As montanhas impedem a passagem uniforme dos ventos, o ar canalizado ao seu redor ou através das aberturas freqüentemente aumenta os ventos fortes locais, ideais para geradores de energia eólica.

A quantidade de energia disponível no vento varia de acordo com as estações e as horas do dia. A topografia e a rugosidade do solo também têm grande influência na distribuição de freqüência de ocorrência de velocidade do vento em um local. Além disso, a quantidade de energia eólica extraível numa região depende das características de desempenho, altura de operação e espaçamento horizontal dos sistemas de conversão de energia eólica instalados.



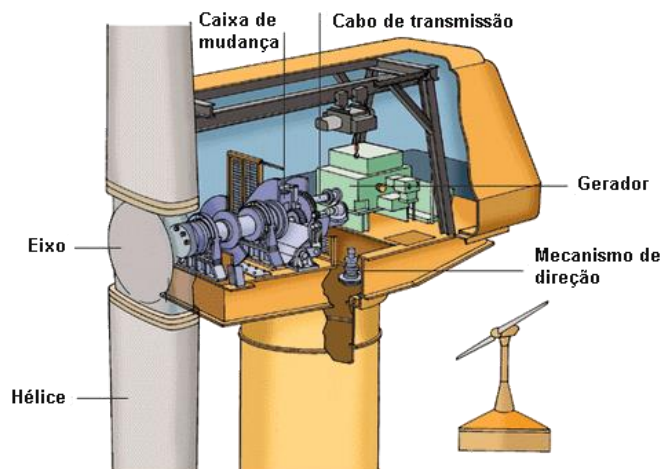
Diferenciação dos tipos de vento em todo o Brasil

4.1.5. Conversão De Energia Eólica

Um aerogerador consiste num gerador elétrico movido por uma hélice, que por sua vez é movida pela força do vento. A hélice pode ser vista como um motor a vento, cujo único combustível é o vento.

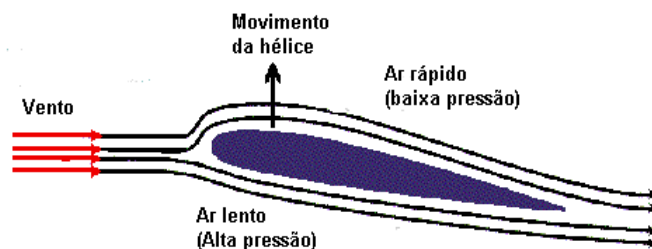
A quantidade de eletricidade que pode ser gerada pelo vento depende de quatro fatores: da quantidade de vento que passa pela hélice, do diâmetro da hélice, a dimensão do gerador e o rendimento de todo o sistema.

As turbinas são, em princípio, instrumentos razoavelmente simples. O gerador é ligado por um conjunto acionador a um rotor constituído de um cubo e duas ou três pás. O vento aciona o rotor que faz girar o gerador e produz eletricidade.



4.1.6. Moinhos de Vento

Os moinhos de vento foram inventados na Pérsia no século V. Eles eram usados para bombear água para irrigação. Os mecanismos básicos de um moinho de vento não mudaram desde então: o vento atinge uma hélice que ao movimentar-se gira um eixo que impulsiona uma bomba, uma moenda ou, em tempos mais modernos, um gerador de eletricidade.



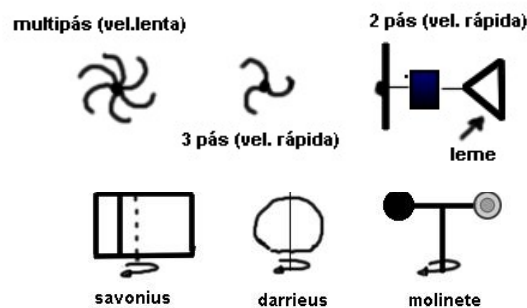
As hélices de uma turbina de vento são diferentes das lâminas dos antigos moinhos porque são mais aerodinâmicas e eficientes. As hélices tem o formato de asas de aviões e usam a mesma aerodinâmica. As hélices em movimento ativam um eixo que está ligado à caixa de mudança. Por uma série de engrenagens a velocidade do eixo de rotação aumenta. O eixo de rotação está conectado ao gerador de eletricidade que com a rotação em alta velocidade gera energia elétrica.



4.1.7. Tipos de Turbinas Eólicas

Turbinas eólicas de eixo horizontal: podem ser de uma, duas, três, quatro pás ou multipás. A de uma pá requer um contrapeso para eliminar a vibração. As de duas pás são mais usadas por serem fortes, simples e mais baratas do que as de três pás. As de três pás, no entanto, distribui as tensões melhor quando a máquina gira durante as mudanças de direção do vento. As multipás não são muito usadas, pois são menos eficientes.

Turbinas eólicas do eixo vertical: não são muito usadas, pois o aproveitamento do



vento é menor. As mais comuns são três: SAVONIUS, DARRIEUS E MOLINETE.

A potência máxima extraída de uma turbina eólica é:

$$P_{max.} = 16/27 \cdot 1/2 \cdot P.a.v. < 0,593$$

Onde:

P = densidade do ar (tabelado)

a= área correspondente ao diâmetro da área varrida pelas pás

V= velocidade do vento

A potência máxima não ultrapassa 59,3% de eficiência. Este valor é também chamado de limite de BETZ e já foi provado cientificamente.

4.1.8. A Energia Eólica no Mundo – Curiosidades

Exemplo de alguns aerogeradores construídos:

1890-1910 - Dinamarca - 23m de diâmetro - 3 pás - 200kw

1931 - Rússia - 30m de diâmetro - 3 pás - 100kw

1941 - Estados Unidos - 54m de diâmetro - 2 pás - 1.250kw

1959 - Alemanha - 34m de diâmetro - 2 pás - 100kw

1978 - Estados Unidos (NASA) - 50m de diâmetro - 2 pás - 200kw

1979 - Boeng USA - 100m

1980 - Growian (Alemanha) - 100m de diâmetro - 3mv

4.1.9. A Força do Vento

- Moenda de Milho:

Como a maioria dos moinhos europeus possui pás verticais, elas giram à medida que parte do movimento horizontal do vento é transformada em movimento de rotação das pás. Este movimento é transferido por engrenagens e polias para uma pedra de moenda, que tritura os grãos. Para aproveitar ao máximo a energia do vento, a cobertura do moinho gira automaticamente para ficar de frente para o vento, toda vez que ele muda de direção.

Barcos à vela:

A maioria dos barcos à vela modernos têm velas triangulares que podem ser manobradas para captar o máximo da energia do vento.

Os barcos egípcios, de cerca de 1300 a.C., usavam velas quadradas que só podiam aproveitar com eficácia a energia do vento quando este vinha por trás. Por volta de 200 a.C., os navios do mediterrâneo usavam velas que podiam ser manobradas, aproveitando a energia do vento, mesmo quando ele não soprava por trás delas.

A força do vento é de grande importância em lugares sujeitos a inundações, como a Holanda, onde tem sido usada para drenar a terra.

4.1.10. Vantagens da Energia Eólica

- É uma fonte de energia segura e renovável;
- Não polui;
- Suas instalações são móveis, e quando retirada, pode-se refazer toda a área utilizada;
- Tempo rápido de construção (menos de 6 meses);
- Recurso autônomo e econômico;
- Cria-se mais emprego.

4.1.11. Desvantagens da Energia Eólica

- Impacto visual: sua instalação gera uma grande modificação da paisagem;
- Impacto sobre as aves do local: principalmente pelo choque delas nas pás, efeitos desconhecidos sobre a modificação de seus comportamentos habituais de migração;
- Impacto sonoro: o som do vento batendo nas pás produz um ruído constante (43dB(A)). As casas do local deverão estar, pelo menos, a 200m de distância.

4.1.12. Curiosidades

Principais Países por Capacidade Eólica Instalada

	PAÍS	MW		PAÍS	MW
1	Alemanha	8.965	9	China	399
2	Estados Unidos	4.258	10	Japão	300
3	Espanha	3.335	11	Grécia	272
4	Dinamarca	2.417	12	Suécia	264
5	Índia	1.507	13	Canadá	207
6	Itália	700	14	Portugal	127
7	Holanda	497	15	Irlanda	125
8	Reino Unido	493	16	Egito	125

Total na Europa: 17.000 Mw

Total no Mundo: 25.000 Mw

4.1.13. Conclusões

Concluimos neste trabalho, que o vento constitui uma imensa fonte de energia natural à partir da qual é possível produzir grandes quantidades de energia elétrica. Além de ser

uma fonte de energia inesgotável, a energia eólica está longe de ser causadora de problemas ambientais.

O interesse pela energia eólica aumentou nos últimos anos, principalmente depois do disparo do preço do petróleo.

O custo de geradores eólicos tem um preço elevado, mas o vento é uma fonte inesgotável enquanto o petróleo não. Em um país subdesenvolvido como o Brasil, onde quem governa são os empresários, não há o interesse de gastar dinheiro em uma nova fonte de energia, eles preferem continuar usando o petróleo.

Considerando o grande potencial eólico de várias regiões do Brasil, seria possível produzir eletricidade a partir do vento a um custo de geração inferior a US\$50/mkw.

Existem, atualmente mais de 20.000 turbinas eólicas em operação no mundo, produzindo mais de 2 bilhões de kwh anualmente.

4.2. Energia Solar

4.2.1. Sol: A Fonte Inesgotável de Energia



Toda a vida na Terra depende da energia do Sol. A energia solar é a fonte de energia para a fotossíntese. Provê o calor necessário para plantas e animais sobreviverem. O calor do sol faz a água na superfície da Terra evaporar e formar nuvens que, eventualmente, originam as chuvas.

Um processo fascinante acontece diariamente no espaço. Dentro do sol, massa é convertida diretamente em energia pelo processo de fusão nuclear, onde quantidades pequenas de massa geram uma quantidade enorme de energia. Este potencial é ilustrado pela famosa lei de Einstein $E = mc^2$, onde E é a quantidade de energia criada, m é a massa da matéria destruída e c é uma constante de valor 300.000km/h - a velocidade de luz.

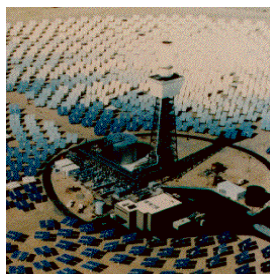
De fato, o sol gera uma massiva quantidade de 3.94×10^{23} kW todo o dia, alcançando temperaturas de 5.700° Celsius. Essa energia é irradiada e leva aproximadamente 8 minutos para cobrir seus 129 milhões de quilômetros de jornada até nos alcançar aqui na Terra. A energia total que atinge a superfície da Terra é de aproximadamente 80.000×10^{12} W, o que corresponde 10.000 vezes a demanda de energia global atual.

Embora a energia solar seja a maior fonte de energia recebida pela Terra, sua intensidade na superfície da Terra é na verdade muito baixa, devido à grande distância entre a Terra e o sol e ao fato de que a atmosfera da Terra absorve e difunde parte da radiação. Até mesmo em um dia claro a energia que alcança a superfície da Terra é de apenas 70% do seu valor nominal. Sua intensidade varia de acordo com a região do planeta, com a condição do tempo e com o horário do dia.

A exploração de combustíveis fósseis baratos fez da exploração solar uma coisa muito complicada para se preocupar, até que o preço do petróleo começou a subir, comandado, principalmente pelos países da OPEP nos anos setenta.

Existem três tecnologias diferentes empregadas para capturar a energia solar assim distribuídas:

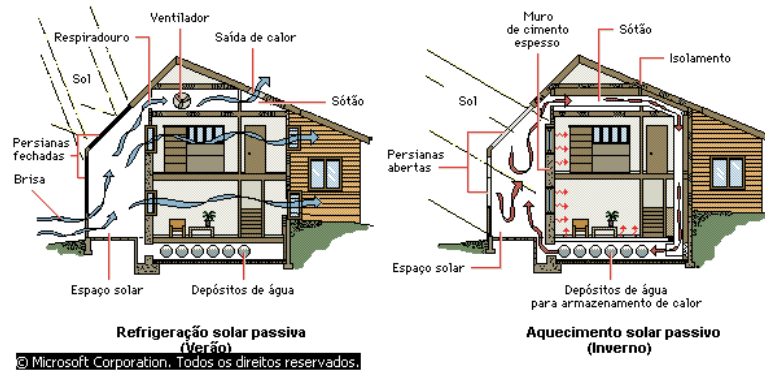
4.2.2. Solar Térmica: Usando Energia Solar para Aquecer Líquidos.



4.2.3. O Efeito Fotovoltaico: A Eletricidade Gerada pela Luz Solar



4.2.4. Solar Passiva: O Aquecimento de Ambientes pelo Design Consciente de suas Construções.



Usar construções para coletar o calor do sol era uma técnica aplicada desde a Grécia antiga. Formas de arquitetura solar também foram desenvolvidas pela arquitetura muçulmana, que usaram o (1minarettes de mesquitas) como chaminés solares.

Hoje, a tecnologia de energia solar passiva é a que está sendo mais comercialmente desenvolvida, entre todas as tecnologias solares, e compete muito bem em condições de custo com as fontes de energia convencionais.

Pode prover até 70% da energia de que um edifício precisa, através de um design adequado e uma orientação solar correta; o aumento no custo é mínimo. Janelas de vidro grandes tiram proveito de grandes quantias de energia livre.

O calor excessivo é evitado usando sacada ou plantando árvores - reduzindo a incidência solar direta durante o verão, mas deixando a luz entrar o inverno quando o sol é baixo e as folhas caem. Este tipo de energia não é difundida no Brasil porque o clima aqui é predominantemente quente.

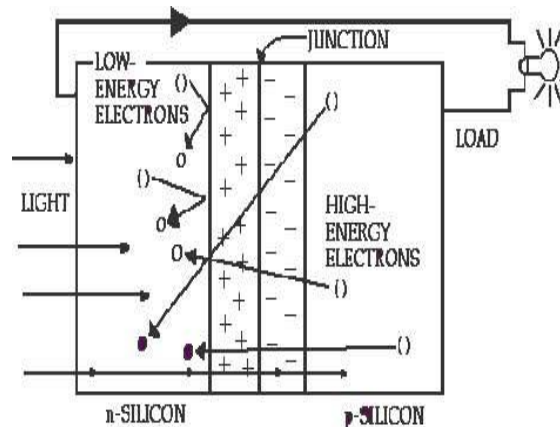
4.2.5. O Sol Transformado em Eletricidade



Utilizadas, a princípio nos satélites, as células de energia fotovoltaica desceram à Terra e fazem a luz do dia virar eletricidade.

Transformar a luz do Sol diretamente em energia elétrica parece enredo de ficção científica. Mas desde que um satélite americano, lançado em 1959 foi assim alimentado, a energia fotovoltaica deixou de ser sonho futurista. Hoje, a forma mais banal de energia fotovoltaica se encontra nos relógios e calculadoras solares.

A aplicação mais importante, porém, é fornecer energia em lugares isolados, distantes das redes elétricas, o que a longo prazo pode significar uma solução para países subdesenvolvidos.



A conversão da luz em eletricidade é feita pelas células fotovoltaicas, pequenas lâminas delgadas recobertas por uma camada de décimos de milímetro de um material semicondutor, como o silício. Quando as células são expostas a uma fonte de luz, nesse caso o sol, os fótons (partículas de luz) excitam os elétrons do semicondutor.

Com a energia absorvida dos fótons, os elétrons passam para a banda de condução do átomo e criam corrente elétrica. As células são depois agrupadas para formar os painéis solares.

Essa forma de produzir energia não causa danos ao meio ambiente, não polui e normalmente não precisa de movimentos de máquinas para funcionar. Nem por isso é a solução para todos os problemas energéticos do mundo.

A energia fotovoltaica ainda é mais cara do que a proveniente de petróleo, usinas nucleares ou hidroelétricas. Foi só a partir da primeira grande crise do petróleo, no começo da década de 70, que a ideia de se usar tal energia comercialmente ganhou corpo.

Naquela época, a produção de energia fotovoltaica custava, nos Estados Unidos, 60 dólares por quilowatt/hora. Com o desenvolvimento em laboratórios e o aumento da produção, hoje custa cerca de 30 centavos de dólar por quilowatt/hora, e mesmo assim o preço é cinco vezes superior ao das formas de energia convencionais.

Por isso, não se pensa em substituir usinas por painéis solares, fazendo o mundo todo viver à luz do sol.

A energia fotovoltaica simplesmente apresenta melhores soluções para problemas que as outras fontes de energia foram menos eficientes em resolver.

A maior utilização em larga escala acontece na Califórnia, Estados Unidos, onde foram implantadas centrais elétricas fotovoltaicas pioneiras de grande porte.

Compostas por gigantescos painéis com milhares de células, controlados por computador para acompanhar a trajetória do Sol, tal qual girassóis, elas dão suporte à rede pública fornecendo mensalmente centenas de megawatts.

Os painéis solares cobrem o aumento de consumo justamente ao meio-dia, quando o sol é mais intenso e a demanda de eletricidade aumenta, porque os aparelhos de ar condicionado funcionam com potência máxima.

Para substituir toda a produção de energia elétrica dos Estados Unidos por fontes de origem fotovoltaica, seria preciso um painel solar de 34 000 km², ou 0,37% da área total do país.

Na costa americana, existem hoje mais de 11 000 sinalizadores marítimos alimentados por energia fotovoltaica. As vantagens são evidentes: antes, eram substituídos aproximadamente 200 quilogramas de baterias por ano; com as células solares é suficiente trocar apenas 30 quilogramas de bateria a cada cinco anos.

Já em países subdesenvolvidos e escassamente povoados, a energia fotovoltaica é a melhor maneira de fazer chegar eletricidade em lugares distantes. Hoje já existem, inclusive no Brasil, estações retransmissoras das redes de telecomunicações em locais no meio do mato e de difícil acesso, dotadas de células fotovoltaicas, para a produção da eletricidade necessária.

É uma solução economicamente mais viável do que estender até lá a linha de uma rede hidroelétrica. Na Índia, um projeto levou a 700 vilarejos distantes de grandes centros a energia fotovoltaica, que permite aos povoados ter uma televisão comunitária, bombeamento de água, iluminação pública e postos telefônicos.

No âmbito doméstico, com painéis fotovoltaicos e baterias recarregáveis, é possível contar com energia elétrica durante as 24 horas do dia, em qualquer parte do mundo. Para eletrificar uma casa de campo ou uma fazenda, não é necessário estender a rede elétrica, depender de gigantescas baterias ou do funcionamento de um gerador a diesel.

Pode-se obter um equipamento completo de energia fotovoltaica para alimentar, silenciosamente e sem necessidade de manutenção, a iluminação, a geladeira, a TV e o sistema de radioamador. À noite, quando o sol não brilha, a energia vem de uma bateria que foi sendo carregada durante o dia.

A fabricação de células solares é parecida com a produção dos chips de computadores, baseada em materiais semicondutores. Depois de purificado, o silício é fundido num cristal cilíndrico.

Depois, esse cristal será cortado por uma serra de dentes de diamante em fatias muito finas. Essas lâminas passam por etapas de limpeza e recozimento em fornos de alta temperatura, quando se difunde fósforo sobre elas.

A reunião de uma camada contaminada com fósforo ao silício puro constitui a junção semicondutora responsável pelo funcionamento da célula fotovoltaica. No princípio dos anos 80, a matéria-prima das células fotovoltaicas, o caríssimo silício monocristalino, tinha grau de eficiência de 10%.

Ou seja, de toda a luz do sol que incidia sobre a célula, apenas 10% viravam energia elétrica. Na fabricação em escala industrial, esse índice subiu para 15%. Um silício monocristalino é um cristal perfeito, com seus elementos dispostos de forma ordenada, como os apartamentos de um prédio. Custa caro porque muita energia é gasta para produzi-lo.

Existe também o silício policristalino, mais barato, porque consome menos energia em sua produção, onde os grãos são maiores e mais desorganizados, como se em lugar de um prédio houvesse um monte de casas sobrepostas. O policristalino ganha no fator custo, mas perde na eficiência, pois seu rendimento máximo obtido até hoje é de 14%.

Outro concorrente nessa disputa é o silício amorfo, desenvolvido em camadas não cristalinas. Diferentes das células solares, que têm o tamanho de um pires, os módulos amorfos são compostos por camadas de milésimos de milímetro de espessura, depositadas, por meio de gases, sobre lâminas de vidro ou de aço.

Não há limite para o tamanho das células de silício amorfo: usinas automatizadas podem produzi-las em metros quadrados. As primeiras fábricas européias desses módulos fotovoltaicos estão em Munique, na Alemanha. O silício amorfo permite a fabricação de

produtos sofisticados, como o teto solar, que refrigera automóveis enquanto estão estacionados.

As fachadas dos grandes edifícios de escritórios, com seus milhares de metros quadrados de vidro, são ideais para receber um revestimento de silício amorfo. Assim, elas poderiam converter a luz do dia em eletricidade e atender parte da demanda energética do edifício.

As células solares das calculadoras de bolso nada mais são que plaquinhas de silício amorfo com um rendimento muito baixo, de apenas 3%. Esse é justamente um dos problemas dessa tecnologia.

O grau de eficiência alcançado até agora em células de grande dimensão é de 5%, muito pouco para torná-lo comercialmente viável em demandas energéticas maiores do que uma calculadora.

Outro problema é conseguir no amorfo a mesma estabilidade do silício mono ou policristalino, que mantém suas propriedades por vários anos. Em laboratório, a melhor marca alcançada foi de 15,6% de rendimento, numa nova mistura de silício com cobre, índio e selênio.

A idéia que move as pesquisas e as aplicações da energia fotovoltaica não é substituir toda fonte de energia do mundo pela solar. Mesmo assim, os pesquisadores com olhos no futuro divisam grandes usinas fotovoltaicas instaladas em regiões desérticas com grande insolação.

A estocagem da eletricidade produzida se daria pela produção de hidrogênio por eletrólise — hidrogênio que poderia se tornar, no próximo século, o principal combustível utilizado pelo homem.

A curto prazo, a energia fotovoltaica tem a vantagem de ser autônoma. Ela é produzida e consumida no mesmo lugar, sem necessitar de ligação a redes de distribuição de energia. Uma residência dotada de painéis solares poderia até vender o possível excesso de energia que produzisse.

4.2.6. Luz para os Trópicos

O Brasil dispõe de energia fotovoltaica desde 1978, quando a Telebrás importou a tecnologia solar para eletrificar uma de suas estações retransmissoras no interior de Goiás. Nessa mesma época, a Marinha também adotou o sistema para a eletrificação de seus sinalizadores e bóias.

A partir de 1980, com a criação da Heliodinâmica, o Brasil não só passou a produzir células e painéis solares, como também começou a exportar células para países como Índia, Canadá, Alemanha e Estados Unidos.

Um dos projetos pioneiros da Heliodinâmica foi a criação de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água, implantado em Caicó, no Rio Grande do Norte, em 1981. Os agricultores de uma fazenda no sertão passaram a dispor de água o ano todo para a lavoura.

Ainda que lentamente, o sistema já chegou a outras localidades do Nordeste e até mesmo à Ilha de Marajó, onde além de irrigar a terra, abastece bebedouros para o consumo do gado. No Pantanal Mato-grossense, muitas fazendas estão equipadas com células solares.

Só que, nesses lugares, elas alimentam sistemas de radiocomunicação, refrigeração, iluminação, televisores e recepção de sinais via satélite por antenas parabólicas. É uma opção bem mais barata a longo prazo do que fazer chegar até lá a rede elétrica, ou mesmo fornecer energia com um gerador a diesel.

Mas o investimento inicial para a implantação dos painéis ainda é maior do que o exigido para a energia convencional, o que limita sua aplicação a projetos subsidiados pelo governo ou a particulares de alto poder aquisitivo.

Exército Brasileiro entrou na era da energia solar a partir de 1988, quando equipou com energia fotovoltaica dois pelotões na Amazônia, parte do projeto de ocupação militar das fronteiras, conhecido como Calha Norte.

Os sistemas suprem os acampamentos com energia elétrica para iluminação externa de emergência, refrigeradores, radiocomunicação e recepção de televisão via satélite. Até em alto mar a energia fotovoltaica já viajou.

Quando o navegador Amyr Klink cruzou o Atlântico, seu barco a remo, Paraty, levava um painel de células fotovoltaicas para alimentar o radiocomunicador.

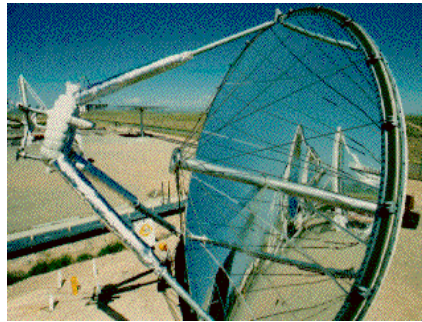
Embora todo o país tenha um clima propício ao uso da energia fotovoltaica, a Região Nordeste é a que melhor se adapta a sua aplicação, por ter muito sol brilhando e deficiência de energia instalada.

4.2.7. O Calor do Sol

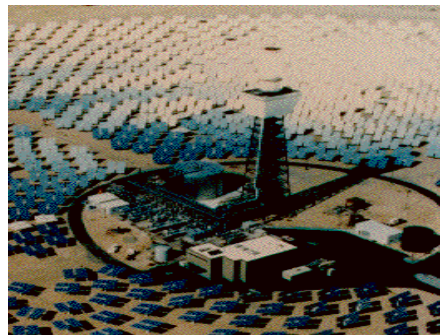
Circuitos térmicos solares usam os raios do sol para aquecer um líquido ou um sólido, que então são usados em sistemas de transferência de calor para gerar vapor, fazendo girar

um gerador. Os materiais aquecidos podem ser usados para operar uma máquina diretamente. Há dois tipos principais de sistemas térmicos solares:

Coletores Flat-Plate



Coletores Flat-Plate: Os coletores Flat-Plate mais comuns consistem em um prato de metal escuro, coberto com uma ou duas folhas de vidro que absorvem calor. O calor é transferido para o ar ou para água, que fluem pela parte de trás do prato. Este calor pode ser usado diretamente ou pode ser transferido para outro meio. Coletores Flat-Plate são usados em casa e para aquecer água. Esses coletores tipicamente aquecem os fluidos (água ou ar, por exemplo) a temperaturas que variam de 150° a 200° F (66° a 93° C). A eficiência de tais coletores varia de 20% a 80%.



Coletores Concentradores

Coletores Concentradores: Quando são requeridas temperaturas mais altas, um coletor Concentrador é usado. Estes coletores refletem e concentram luz solar de uma área grande. Tal dispositivo, chamado de forno solar, foi instalado no Pyrenees na França e tem vários acres de espelhos enfocados em um único ponto. A energia que se concentra no ponto é 3 000 vezes maior que qualquer espelho do sistema, e a unidade produz temperaturas de até 3 630° F (2 000° C). Outra estrutura, chamada "Power Tower" perto de Barstow, Califórnia, gera 10 000 quilowatts de eletricidade.

Aqui, o forno age como uma caldeira e gera vapor para uma turbina-elétrica a vapor.

Em coletores concentradores sofisticados, como na Califórnia, cada espelho é girado por um heliostat que dirige os raios do sol do espelho para o ponto de concentração. Motores de posicionamento e seus controladores fazem de tais sistemas caros.

Coletores menos caros produzem temperaturas abaixo das que esses coletores concentradores mais avançados, mas ainda assim mais altas que a dos Flat-Plate. Por exemplo, refletores parabólicos que se concentram a luz solar em tubos de cano escuros podem produzir temperaturas fluidas de cerca de 400° a 550° F (200° a 290° C) e podem concentrar a energia solar em até 50 vezes a sua força original.

4.2.8. Vantagens da Energia Solar

O calor apanhado nos coletores pode ser usado para numerosas necessidades. Pode-se obter água quente para consumo doméstico ou industrial, ou aquecimento para nossas casas, hotéis, escolas, etc. Pode aquecer piscinas e permitir o banho durante todo o ano.

Dentro da agricultura, os secadores térmicos consome muito menos energia se eles combinam com um sistema solar.

Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano (aproximadamente 15 trilhões de megawatts) poderia nos dar um suprimento de energia equivalente a 54% do petróleo nacional ou 2 vezes a energia obtida com o carvão mineral ou ainda 4 vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidrelétrica.

As células solares, preparadas em painéis solares, são considerados como a solução ao problema da eletrificação rural, com vantagem sobre outras alternativas, os painéis não contaminam, não produzem qualquer ruído, não consomem combustíveis e não precisam de manutenção. Além de trabalharem também em dias nublados, desde que eles capturem a luz que filtra pelas nuvens.

Pode ser armazenado em acumuladores e ser usado horas à noite e até mesmo injetar a eletricidade sobressalente à rede geral. O preço das células solares continua diminuindo e começa sua produção em grande escala. É muito provável que a partir do século 21, uma boa parte da eletricidade consumida no mundo terá sua origem na conversão de células fotovoltaicas.

A energia solar pode ser completada perfeitamente com outra energia convencional, evitando assim a necessidade de sistemas grandes e caros.

A energia solar é incomparável a qualquer outro sistema de energia convencional por tratar-se de uma fonte 100% natural, ecológica, gratuita, inesgotável e que não agride o meio ambiente.

Para cada 1m² de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 m² de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas.

Para cada 1m² de coletor solar instalado, permite-se economizar 55 kg de GLP/ano ou 66 litros de diesel/ano ou 215 Kg de lenha/ano.

Evita-se a construção de novas hidrelétricas que resultam na perda da fauna e da flora tropical, inundação de terras que eram ou poderiam ser utilizadas para agricultura e pecuária, perda de patrimônio histórico/cultural e também na recolocação de famílias.

4.2.9. Como obter a Energia Solar

A energia solar é obtida através de uma placa solar.

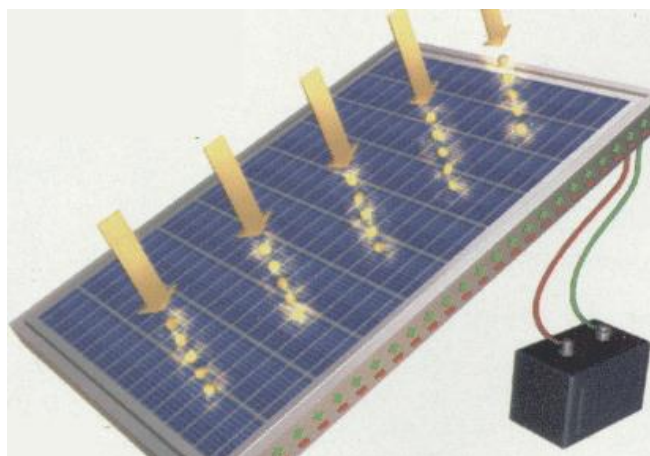
Existem dois tipos: O primeiro utiliza a luz do sol apenas para aquecimento de água. Consiste em uma superfície escura que absorve a energia do sol e a transforma em calor.

O segundo tipo converte a energia do sol diretamente em eletricidade.

É composta de células solares feitas de materiais semicondutores. São as chamadas células fotovoltaicas. Quando as partículas da luz solar (fótons) colidem com os átomos desses materiais, provocam o deslocamento dos elétrons, gerando uma corrente elétrica, usada para carregar uma bateria. Cada metro quadrado de coletor fornece 170 watts.

A energia que vem do alto e os fótons (partículas de luz solar) se chocam com os átomos do material semicondutor que reveste a placa.

Os choques deslocam os elétrons do semicondutor. e a energia gerada é usada para carregar uma bateria.

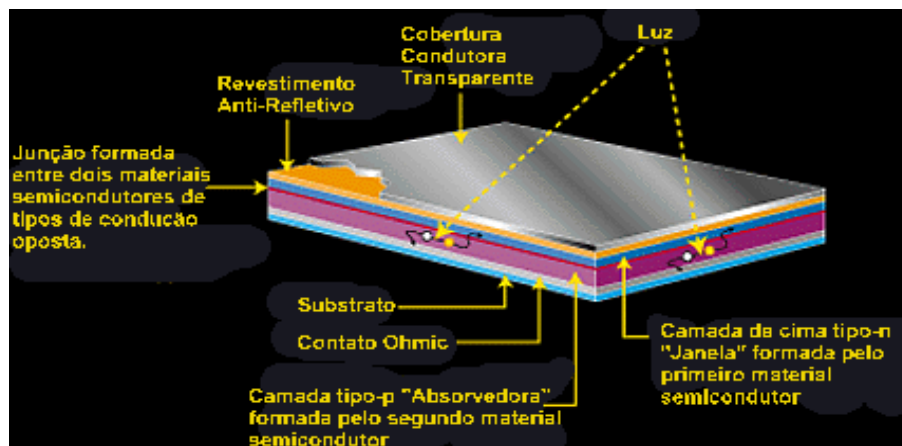


4.2.10. Funcionamento da Energia Solar

São chamadas de células fotovoltaicas as placas que captam de energia do Sol nossa principal fonte de energia, que despeja diariamente uma quantidade enorme de energia (1000 W/m^2 , o mesmo que 17 lâmpadas de 60 W a cada m^2).

A célula fotovoltaica tem uma estrutura bastante simples mas com materiais ainda difíceis de serem encontrados, ela é formada basicamente por uma cobertura transparente para protegê-la dos efeitos erosivos, uma camada de cobertura anti-reflexiva para evitar que hajam raios refletidos e perda de raios solares

Um contato em malha para arrecadar os elétrons que irão passar, um semicondutor com uma carga grande de neutrons, um semicondutor com uma carga grande de prótons, uma junção entre os dois formada pelos mesmos semicondutores e um contato ôhmico.



4.2.11. Aquecimento de Água e Ambientes

Sistemas de aquecimento de espaços podem ser ativos ou passivos.

Sistemas passivos usam componentes de construção como chão, paredes e espaços, onde se possa armazenar o calor adquirido do Sol.

Na maioria das vezes, pequenos dutos são usados para distribuir o calor, mas equipamentos mecânicos e o uso de energia externa são mantidos em parte mínima.

Em contraste, os sistemas ativos de aquecimento de espaços consistem em um dispositivo como os coletores em cima do telhado que coletam e distribuem o calor.

Eles usam ar ou um líquido que é aquecido nos coletores solares e então transportados, por pequenos dispositivos elétricos, bombas ou por efeito termosifão, para armazenar.

O calor solar é armazenado em tanques de pedra para prover calor em dias que não existe luz suficiente.



4.2.12. Aquecimento Ativo

Os sistemas de energia solar ativos usualmente são desenvolvidos para produzir de 40 a 80 por cento das necessidades anuais de aquecimento.

Dados de sistemas instalados pelo programa do governo americano de demonstração indicam que o sistema de aquecimento ativo são mais econômicos quando são desenvolvidos para suprir cerca de 50% das necessidades de uma casa.

Isto porque sistemas grandes apenas seriam úteis em dias mais frios, no resto do tempo, a energia seria desperdiçada.

O aquecimento não vindo do sistema de coletores solar tem que vir de um sistema de backup, que é usualmente um aquecedor de queima, onde o usuário tem três opções de combustível, no qual seria escolhida a opção o mais econômica.

Geralmente, os dutos do aquecimento solar e do sistema de backup são compartilhados.

Os sistemas de coletores são geralmente montados em série, no telhado ou na parede ao norte da casa.

Os coletores devem ser montados em uma estrutura de suporte para coletores.

Os coletores devem apontar para o Norte geográfico e não o norte magnético, que é mostrado pela bússola.

Um desvio de 30° ou menos do Norte real não irá reduzir muito a *performance* do sistema.

Os coletores devem ser colocados em um ângulo igual a sua latitude mais 15 graus.

Entre 9 horas às 15 horas, os coletores recebem a maior radiação solar e não pode possuir sombras de árvores, montanhas, construções ou qualquer outro obstáculo.

A *performance* pode ser substancialmente reduzida mesmo se uma pequena área do coletor tiver sombra.

Sistemas de coletores de ar incluem coletores, dutos, bombas, controles e na maioria das vezes um sistema de armazenamento. Um sistema de aquecimento por ar pode aquecer o ar da casa sem que haja transformadores ou armazenamento de calor.

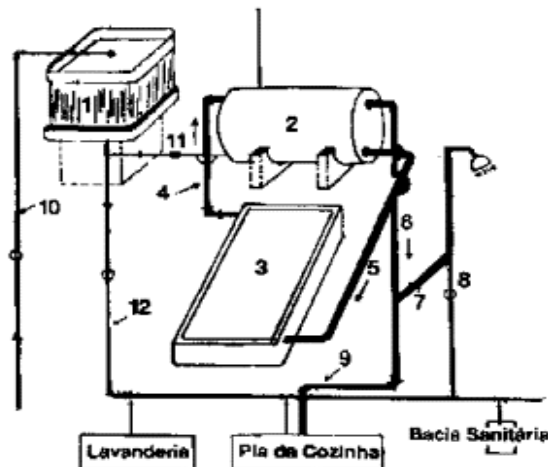
Por exemplo, o calor pode ser armazenado em uma caixa de pedras com cerca de 2,5 cm a 7,5 cm de diâmetro.

Qualquer abertura pode juntar sujeira ou deixar que bactérias cresçam, o qual podem causar sérios problemas de saúde.

Um sistema alternativo de armazenamento é um transformador ar-para-água, que armazena o excesso de energia em água.

Este transformador elimina os problemas de armazenamento em pedra e pode agir como um aquecedor de água doméstico.

Quando o espaço não estiver sendo aquecido deve-se mantê-lo lacrado, sem nenhuma abertura.



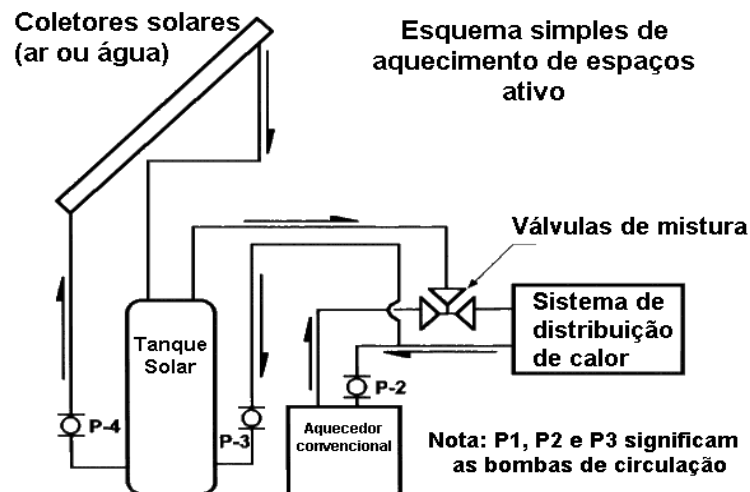
Sistemas de líquidos operam similarmente ao de ar, exceto que trabalha com líquido.

Sistemas líquidos usualmente usam água para armazenar o calor do Sol.

Três a cinco litros de água são necessários para cada pé; quadrado do coletor.

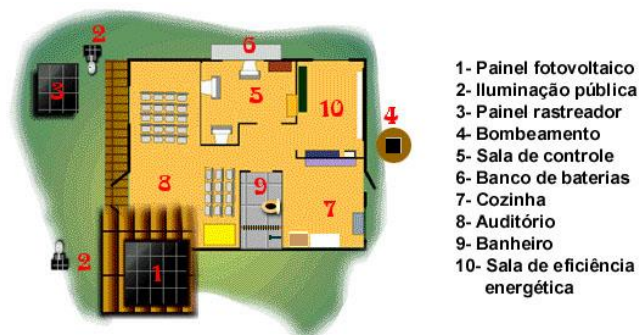
Os tanques são usados para armazenar a água, geralmente de concreto, aço ou fibra de vidro.

Os sistemas líquidos podem atingir 90°F a 120°F, já os tradicionais chegam a 180°F.



4.2.13. Casa Solar Eficiente

A Casa Solar Eficiente é constituída pôr um mini-auditório para trinta pessoas; uma sala de controle onde se encontram o sistema de controle de energia da casa (controladores de carga e inversor), sistema de aquisição de dados, sistema não invasivo de monitorarão de hábitos de consumo e *softwares* educativos; uma sala de eficiência energética onde se encontram um painel de demonstração de iluminação, um painel de medidores, medidor digital CEPEL, medidor de ampére-hora e maquete de simulação de consumo; uma cozinha com eletrodomésticos e bancada de medição de consumo destes eletrodomésticos além de sistema de simulação de corte de carga; um banheiro com água aquecida pôr painel termosolar.



Na sala de controle encontram-se o sistema de controle de energia da Controlador de Carga

A energia gerada nos painéis vai para o controlador de carga que irá "gerenciar" o fluxo de energia (armazena energia excedente ou solicita energia armazenada nas baterias,

caso a energia gerada pelos painéis num determinado instante não seja suficiente para atender ao consumo).

Mesmo que haja energia gerada nos painéis suficiente para atender ao consumo, a intervalos regulares o controlador de carga solicita energia das baterias para que sua vida útil não seja comprometida por longos períodos de inatividade.

Como as baterias estão sempre imóveis caso não fossem solicitadas pelo controlador a decantação de seu fluido eletrolítico poderia causar a aceleração do desgaste químico das placas das baterias.

O controlador evita também que a tensão nas baterias fique abaixo de um determinado nível mínimo de segurança para a vida útil das mesmas quando por alguma razão (excesso de consumo ou falta de sol), a carga das baterias não é repostada pela energia gerada pelos painéis.

Os controladores de carga mais utilizados são do tipo estado sólido microprocessador com relé de chaveamento das cargas. O custo de equipamento semelhante ao instalado na CSE é da ordem de R\$120,00.

Casa (controladores de carga e inversor), o sistema de aquisição de dados, o sistema não invasivo de monitoração de hábitos de consumo e *softwares* educativos.



O inversor, independente da fonte escolhida pelo controlador (bateria ou painéis), a tensão é sempre contínua (CC).

Os equipamentos da Casa (o mesmo acontece numa casa normal) devem ser alimentados por corrente alternada (CA) de 120 V.

A conversão de CC-48 V para CA-120 V é feita pelo inversor. No caso da Casa Solar optou-se por um inversor único para suprir toda a Casa com CA.

Uma outra opção seria utilizar inversores menores distribuídos por eletrodomésticos ou pontos de carga.

Esta segunda opção tem como vantagem a possibilidade de evitar a indisponibilidade total de energia em caso de defeito num inversor.

Com um inversor único de maior porte, caso ocorra nele um defeito toda a casa ficará sem energia até que o mesmo seja substituído ou consertado.

O sistema distribuído tem como desvantagem, entretanto, a necessidade de utilização de maior quantidade de fios de maior bitola, pois como a energia de CC opera em tensão mais baixa (48 V no caso contra 120 V CA), a corrente é maior para uma mesma potência transmitida.



O sistema não invasivo de monitoração de hábitos de consumo, em estudos para a implantação de programas de combate ao desperdício, um dado importante é o conhecimento de hábitos de consumo da população da região onde se pretende implantar o programa.

Uma forma tradicional de se conhecer estes hábitos é através de entrevistas com os consumidores, uma forma lenta, cara e muitas vezes incompleta, pois o consumidor nem sempre sabe, por exemplo, por quanto tempo, a que horas e com que frequência ele utiliza um determinado eletrodoméstico.

O sistema não invasivo permite acumular com precisão dados sobre o consumo de uma determinada residência através da instalação de um sistema na entrada de energia da residência que consegue identificar que tipo de aparelho foi ligado ou desligado pela sua "assinatura eletrônica", um padrão de modificação transitória de tensão e corrente em função do tempo característica de cada eletrodoméstico.

De posse dos dados aquisitados num determinado número de residências, técnicas estatísticas permitem traçar o perfil dos hábitos de consumo para a região em estudo.

O sistema instalado na Casa tem uma tela de computador especialmente construída para demonstrações da operação do sistema.



O painel de demonstração de iluminação é composto por lâmpadas de diversos tipos e um medidor de energia.

Ao ser ligada uma determinada lâmpada o medidor mostra o seu consumo. Com este painel pode-se comparar o efeito da iluminação e o consumo de diferentes lâmpadas. Uma demonstração particularmente interessante é a comparação de uma lâmpada incandescente com uma lâmpada compacta de mesma temperatura de cor.

Com cerca de 30% do consumo a lâmpada compacta apresenta as mesmas características de luminosidade da incandescente, constatada visualmente pelo visitante.



A maquete de simulação de consumo mostra uma casa com vários eletrodomésticos simulados em seu interior. Através de chaves seleciona-se que eletrodomésticos terão seu funcionamento simulado.

O consumo total dos eletrodomésticos selecionados é mostrado num "display" digital. Através da simulação o visitante aprende quais os equipamentos de sua casa consomem maior energia.



4.3. Energia de Biomassa

4.3.1. Histórico do Biogás

A formação da biomassa tem origem com os povos agrícolas hindus, chineses e japoneses.

Pela necessidade de limpar os solos das fazendas os agricultores faziam valas para depositar resto de frutas, dejetos humanos e de animais, água suja, etc.

Essas valas, após a decomposição anaeróbica da matéria orgânica armazenada, transformavam-se em verdadeiros pântanos, que liberavam gases oriundos dessa decomposição .

Por esse processo observou-se que a parte sólida, chorume, poderia ser utilizado como fertilizante natural como solução para a agricultura e a parte gasosa, resultante da fermentação por decomposição anaeróbica da matéria orgânica poderia ser utilizada como fonte de energia.

A partir do domínio do processo o biodigestor foi criado para facilitar e acelerar a fermentação da matéria orgânica e o Biogás, resultante dessa fermentação passou a ser considerado uma grande fonte de energia alternativa e não apenas um subproduto do processo, o que favorece imensamente a não utilização de recursos naturais esgotáveis.

4.3.2. O que é o Biogás

Mistura gasosa, combustível resultante da fermentação anaeróbica da matéria orgânica dentro de limites de temperatura, umidade e acidez, essencialmente constituída por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2).

4.3.3. Como se forma o Biogás

Fermentação anaeróbica produzida por algumas espécies de bactérias que produzem compostos simples como metano, dióxido de carbono e água.

Por meio de uma cadeia de degradação promove a transformação da matéria orgânica em compostos químicos-orgânicos simples.

4.3.4. Fatores que influenciam a produção do Biogás

1. Impermeabilidade do ar;
2. Temperatura;
3. Teor de água
4. Nutrientes.

4.3.5. Características e curiosidades sobre o Biogás

1. Gás incolor e inodoro (se livre de impurezas) e insolúvel em água;
2. É mais leve que o ar de baixa densidade;
3. O poder calorífico é de aproximadamente 6 kwh/m³;
4. Produzido pela degradação de resíduos orgânicos;
5. Fonte de energia renovável e inesgotável.

4.3.6. Biodigestor

É um grande recipiente fechado dentro do qual os microorganismos se encarregam de provocar a decomposição anaeróbica dos restos de matéria orgânica.

Funciona com mistura de água, esterco animal e fibras vegetais como capim, cascas etc.

Suas principais funções são garantir um meio anaeróbico (sem oxigênio), favorável a biodigestão e, permitir a alimentação sistemática da matéria orgânica e armazenar o gás produzido.

Há dois tipos de sistema de biodigestores: contínuo e descontínuo.

A escolha do sistema depende das características do substrato, das necessidades de depuração, da disponibilidade de mão-de-obra e de condições de ordem econômica.



4.3.7. Localização do Biodigestor

O local escolhido para implantação do biodigestor deve ser bastante arejado, tanto por motivo segurança, como para evitar odores.

Deve ser evitada a incidência direta da luz do sol.

Em lugares muito frios deve ser providenciado uma cobertura para a câmara de fermentação .

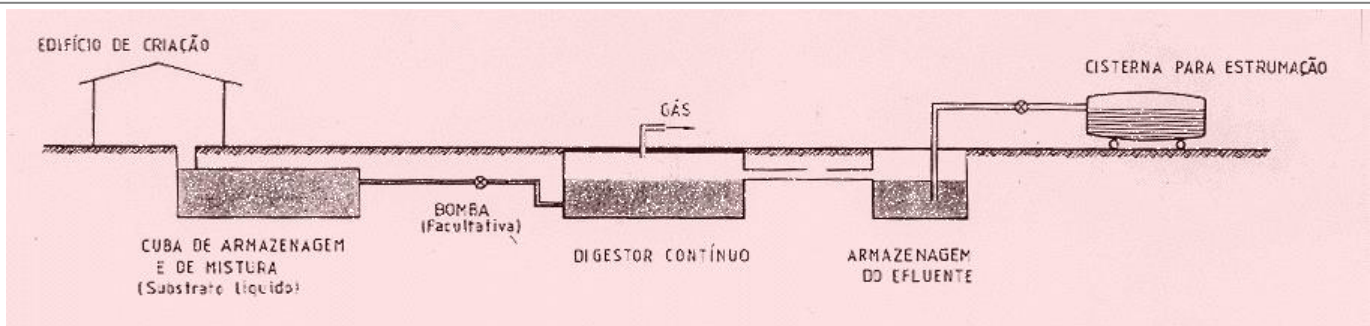
Também pode ser colocado sob o solo onde não existem variações de temperatura.

4.3.8. Biodigestor em Sistema Contínuo

A matéria orgânica é introduzida na câmara de fermentação, com uma determinada taxa de diluição.

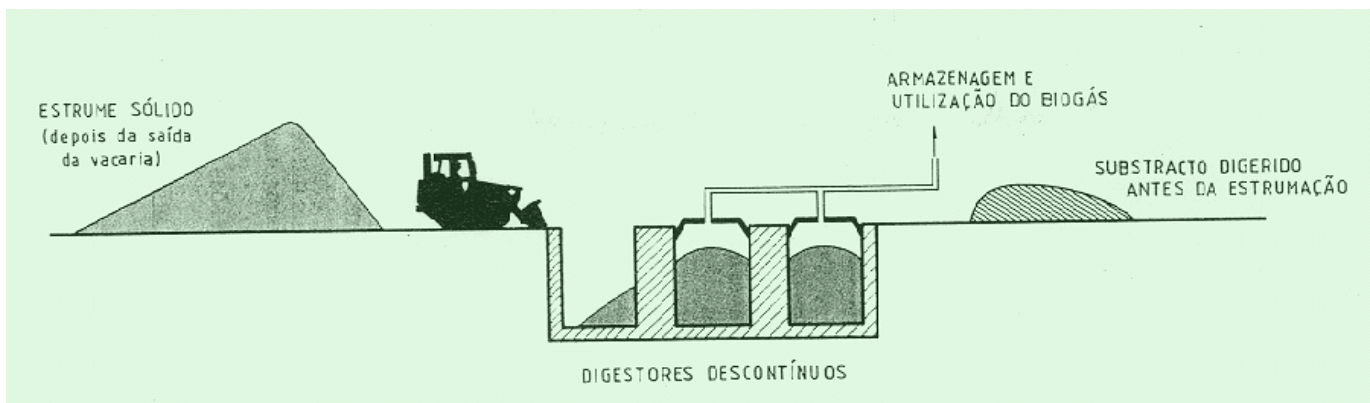
Fornecimento contínuo de substrato.

A produção de Biogás é uniforme no tempo e a quantidade produzida é em função do tipo de matéria orgânica utilizada.



4.3.9. Biodigestor em Sistema Descontínuo

O funcionamento do sistema descontínuo não é regular. A câmara de fermentação é totalmente carregada periodicamente. Neste a temperatura é um fator menos crítico



4.3.10. Exemplo de Sistema Descontínuo

Há duas partes distintas: câmara de fermentação e gasômetro

Câmara de Fermentação: comporta a mistura do material orgânico com água, formando um meio anaeróbico, onde as bactérias metanogênicas atuam, resultando na produção do biogás.

Peças da câmara de fermentação:

Aagitador: evita que o CO_2 , produzido na biodigestão, forme bolhas estacionárias no afluente e dificulta a ação das bactérias metanogênicas, diminuindo a velocidade do processo.

Coroa: estreitamento da câmara na altura média que evita a perda do biogás pela folga entre as paredes externas do gasômetro e as paredes internas da câmara.

Tela de retenção de sólidos: tem a função de manter estes sólidos abaixo da altura da coroa, ao alcance do agitador.

Dreno para descarga: permitir a descarga do material orgânico.

Gasômetro: tem função de captar e armazenar o gás, permitindo ainda uma pressão de saída constante. Peça agregada é a torneira para controlar a saída do gás.



4.3.11. Vantagens do Biogás

- **Resíduos**

Processo natural de se tratar resíduos orgânicos.

O volume do resíduo a ser descartado é sempre menor.

O espaço necessário é menor do que para aterros e compostagem.

- **Energia**

Fonte de energia renovável.

Produz um combustível de boa qualidade e que não polui o meio ambiente.

- **Meio Ambiente**

Grande aproveitamento de matéria orgânica.

Produz biofertilizante.

Reduz a quantidade de emissão de carbono e metano.

- **Economia**

O processo resulta em grande economia a longo prazo.

- **Uso Residencial**

Substitui o gás de cozinha.

Não é necessário purificá-lo.

Os equipamentos revelam excelente desempenho.

4.3.12. Utilização do Biogás

Um dos principais usos do biogás é a geração de energia a partir de dejetos de esgotos e de gás natural. Além disso, o biogás substitui muito eficientemente os derivados de petróleo.

5. Bibliografia

Revista Registro de Gaveta, Araujo, E. P. 1990.

Revista Energia, Araujo, E. P. 1990.

Sites: Consulta em março de 1991.

<http://www.windpower.dk>

http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/7075/eolic_cant.html

<http://www.afm.dtu.dk/wind/smep/nordic.htm>

<http://www.nrel.gov/wind/index.html>

<http://www.appa.es>

<http://www.made.es>